

# 2017 年高考“物质结构 元素周期律” 试题分类例析

江苏省宜兴市张謇高级中学 214231 章卫强

“物质结构 元素周期律”是高考化学试题的热点,现以 2017 年高考有关“物质结构 元素周期律”试题为例说明其考查方式与解题思路,希望对学生有所启发。

一、考查表示物质结构的化学用语正误的判断

例 1 (江苏化学卷)下列有关化学用语表示正确的是( )。

A. 质量数为 31 的磷原子: $^{31}_{15}\text{P}$

B. 氟原子的结构示意图:  $\left( \overset{+9}{\text{F}} \right) 2 \quad 8$

C.  $\text{CaCl}_2$  的电子式:  $\text{Ca}^{2+} \left[ \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}} \right]_2^-$

D. 明矾的化学式:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

解析 在核素符号中,元素符号左上角的数字为质量数,左下角的数字为质子数(P 的质子数是 15),A 项正确;F 原子核外的电子数为 9,氟原子的结构示意图为  $\left( \overset{+9}{\text{F}} \right) 2 \quad 7$ ,B 项错误;书写离子化合物的电子式时,相同的离子不能合并, $\text{CaCl}_2$  的电子式为  $\left[ \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}} \right]^- \text{Ca}^{2+} \left[ \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}} \right]^-$ ,C 项错误;明矾是十二水合硫酸铝钾,其化学式为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,D 项错误。

故答案为 A。

点评 此题考查了核素符号、原子结构示意图、电子式与化学式正误的判断,掌握其书写方法(尤其是质量数与质子数和中子数的关系、原子结构示意图与离子结构示意图的区别、离子化合物的电子式与共价化合物的电子式的区别)是解题的关键。

二、考查元素在周期表中位置的判断、原子结构与元素周期律的知识

例 2 (北京理综卷)2016 年 IUPAC 命名 117 号元素为 Ts(中文名“𫟩”,tián),Ts 的原子

核外最外层电子数是 7。下列说法不正确的是( )。

A. Ts 是第七周期第 VIIA 族元素

B. Ts 的同位素原子具有相同的电子数

C. Ts 在同族元素中非金属性最弱

D. 中子数为 176 的 Ts 核素符号是  $^{176}_{117}\text{Ts}$

解析 因第七周期惰性气体元素的原子序数为  $(2 + 8 + 8 + 18 + 18 + 32 + 32) = 118$ ,117 号元素 Ts 的原子核外最外层电子数是 7,则 Ts 是第七周期第 VIIA 族元素,A 项正确;因同位素是同种元素不同原子之间的互称,则 Ts 的同位素原子具有相同的电子数,B 项正确;因 Ts 是卤族元素,卤族元素从上到下非金属性依次减弱,则 Ts 在同族元素中非金属性最弱,C 项正确;因核素符号中元素符号左上角的数字为质量数(质量数 = 质子数 + 中子数),则中子数为 176 的 Ts 核素符号是  $^{293}_{117}\text{Ts}$ ,D 项错误。

故正确答案为 D。

点评 此题考查了根据原子序数和原子核外最外层电子数判断元素在周期表中的位置、同位素原子的原子结构特点、核素符号正误的判断及同主族元素性质的递变规律,掌握元素在周期表位置的判断方法、同位素原子的原子结构特点、核素符号的书写方法及同主族元素非金属性的变化规律是解题的关键。

三、考查元素周期律的应用、化合物类型与元素在周期表位置的判断及元素非金属性强弱的证明

例 3 (天津理综卷)根据元素周期表和元素周期律,判断下列叙述不正确的是( )。

A. 气态氢化物的稳定性:  $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{SiH}_4$

B. 氢元素与其他元素可形成共价化合物或离子化合物

C. 如图 1 所示实验可证明元素的非金属性:

Cl > C > Si

D. 用中文“氮”(ào)命名的第118号元素在周期表中位于第七周期0族

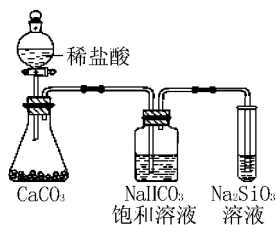


图1

解析 元素的非金属性越强,其气态氢化物越稳定,而非金属性:O > N > Si,则气态氢化物的稳定性:H<sub>2</sub>O > NH<sub>3</sub> > SiH<sub>4</sub>,A项正确;氢元素与其他元素可形成共价化合物(如H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>等)或离子化合物(如NaH、NH<sub>4</sub>H等),B项正确;不能用氢化物的酸性来验证非金属性强弱,C项不正确;根据元素周期表的结构可知,第七周期0族元素的原子序数为(2 + 8 + 8 + 18 + 18 + 32 + 32) = 118,D项正确。

故答案为C。

点评 此题考查了气态氢化物稳定性强弱的判断、元素所形成化合物类型的判断、元素非金属性强弱的实验证明及根据原子序数判断元素在周期表中的位置,掌握元素周期律、化合物类型的判断方法、元素非金属性强弱的实验证明方法及元素在周期表中的位置的判断方法是解题的关键。

#### 四、考查有关元素的推断

1. 根据短周期元素的原子序数大小关系、原子半径特点及元素化合物的性质与用途推断

例4 (全国理综课标卷I)短周期主族元素W、X、Y、Z的原子序数依次增大,W的简单氢化物可用作制冷剂,Y的原子半径是所有短周期主族元素中最大的。由X、Y和Z三种元素形成的一种盐溶于水后,加入稀盐酸,有黄色沉淀析出,同时有刺激性气体产生。下列说法不正确的是( )。

- A. X的简单氢化物的热稳定性比W强
- B. Y的简单离子与X的简单离子具有相同的电子层结构
- C. Y与Z形成的化合物的水溶液可使蓝色石蕊试纸变红

D. Z与X属于同一主族,与Y属于同一周期

解析 短周期主族元素W、X、Y、Z的原子序数依次增大;因W的简单氢化物可用作制冷剂,而氨可作制冷剂,则W是氮;因Y的原子半径是所有短周期主族元素中最大的,则Y是钠;因由X、Y和Z三种元素形成的一种盐溶于水后加入稀盐酸,有黄色沉淀析出,同时有刺激性气体产生,而硫化硫酸钠与稀盐酸反应生成黄色沉淀硫和有刺激性气味的气体二氧化硫产生,则X、Z分别是氧、硫。从而可知,X的简单氢化物的热稳定性比W强(因氧的非金属性比氮的强),A项正确;Y、X的简单离子(分别为Na<sup>+</sup>和O<sup>2-</sup>)都具有与氖原子相同的电子层结构,B项正确;Y与Z形成的化合物(分别为Na<sub>2</sub>S)的水溶液呈碱性,可使红色石蕊试纸变蓝,C项不正确;S与O(Z与X)属于VIA族,S与Na(Z与Y)属于第三周期,D项正确。

故答案为C。

点评 此题的解题思路是根据四种短周期元素的原子序数大小关系、元素化合物的用途、原子半径特点及元素化合物的性质推断出四种元素,然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。正确推断出四种元素、掌握元素氢化物热稳定性与元素的简单离子电子层结构的判断方法、盐溶液酸碱性的判断(应注意碱性溶液使红色石蕊试纸变蓝)及元素周期表的结构是解题的关键。

2. 根据短周期元素的原子结构特点与元素在周期表中的位置关系推断

例5 (全国理综课标卷II)a、b、c、d为原子序数依次增大的短周期主族元素,a原子核外电子总数与b原子次外层的电子数相同;c所在周期数与族数相同;d与a同族,下列叙述正确的是( )。

- A. 原子半径:d > c > b > a
- B. 4种元素中b的金属性最强
- C. c的氧化物的水化物是强碱
- D. d单质的氧化性比a单质的氧化性强

解析 a、b、c、d为原子序数依次增大的短周期主族元素;因a原子核外电子总数与b原子次外层的电子数相同,则a为O,b为第三周期元素;因c所在周期数与族数相同,则c为Al,b为Na或Mg;因d与a同族,则d为S。从而可知,原子

半径  $b > c > d > a$  (Na 或 Mg  $>$  Al  $>$  S  $>$  O) ,A 项错误;4 种元素中  $b$  (Na 或 Mg) 的金属性最强 ,B 项正确; $c$  的氧化物的水化物  $[Al(OH)_3]$  为两性氢氧化物 ,是弱碱 ,C 项错误; $d$  单质(S) 的氧化性比  $a$  单质( $O_2$ ) 的氧化性弱 ,D 项错误。

故答案为 B。

点评 此题的解题思路是根据四种短周期元素的原子结构特点与元素在周期表中的位置关系推断出四种元素 ,然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。正确推断出四种元素、掌握同周期元素和同主族元素原子半径的变化规律、同周期元素金属性的变化规律、氧化物的水化物碱性强弱及单质氧化性强弱的判断方法是解题的关键。

例 6 (全国理综课标卷Ⅲ)短周期元素 W、X、Y 和 Z 在周期表中的相对位置见表 1 ,这四种元素原子的最外层电子数之和为 21。下列关系正确的是( )。

表 1

		W	X	
Y				Z

- A. 氢化物沸点:  $W < Z$
- B. 氧化物对应水化物的酸性:  $Y > W$
- C. 化合物熔点:  $Y_2X_3 < YZ_3$
- D. 简单离子的半径:  $Y < X$

解析 设 W 原子的最外层电子数为  $x$  ,则 X、Y 和 Z 原子的最外层电子数分别为  $x+1$ 、 $x-2$  和  $x+2$ 。由题意可得  $x + (x+1) + (x-2) + (x+2) = 21$  ,解得  $x = 5$  ;则由题给四种短周期元素在周期表中的相对位置可知 ,W 为 N ,X 为 O ,Y 为 Al ,Z 为 Cl。从而可知 ,氢化物沸点:  $W > Z$  (因  $NH_3$  分子间能形成氢键 ,其沸点比 HCl 高) ,A 项错误;  $Al(OH)_3$  显两性 ,氮元素的氧化物对应的水化物  $HNO_3$ 、 $HNO_2$  均显酸性 ,则氧化物对应水化物的酸性:  $Y < W$  ,B 项错误;  $Al_2O_3$  是离子晶体、熔点高 ,而  $AlCl_3$  是分子晶体 ,熔点低 ,则化合物熔点:  $Y_2X_3 > YZ_3$  ,C 项错误;  $Al^{3+}$  和  $O^{2-}$  的电子层结构相同 ,核电荷数越大 ,离子半径越小 ,则简单离子的半径:  $Y < X$  ,D 项正确。

故答案为 D。

点评 此题的解题思路是根据四种短周期

元素在周期表中的位置关系和原子结构特点推断出四种元素 ,然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。正确推断出四种元素、掌握氢化物沸点高低的判断方法 (注意  $NH_3$  分子间能形成氢键)、氧化物对应水化物的酸性强弱的判断方法、晶体类型与化合物熔点高低的判断方法及元素的简单离子的判断方法是解题的关键。

3. 根据短周期元素在周期表中的位置关系、元素在地壳中的含量特点及元素的性质推断

例 7 (江苏化学卷)短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大 ,其中只有 Y、Z 处于同一周期且相邻 ,Z 是地壳中含量最多的元素 ,W 是短周期中金属性最强的元素。下列说法正确的是 ( )。

- A. 原子半径:  $r(X) < r(Y) < r(Z) < r(W)$
- B. W 的最高价氧化物的水化物是一种弱碱
- C. Y 的单质的氧化性比 Z 的强
- D. X、Y、Z 三种元素可以组成共价化合物和离子化合物

解析 因地壳中含量最多的元素是氧 ,则 Z 为 O;因 Y、Z 处于同一周期且相邻 ,则 Y 为 N;因钠是短周期金属性最强的元素 ,则 W 是 Na;因 X 的原子序数最小且不与 Y、Z 同周期 ,则 X 是 H。从而可知 ,原子半径:  $r(O) < r(N) [r(Z) < r(Y)]$  ,即原子半径:  $r(X) < r(Z) < r(Y) < r(W) [r(H) < r(O) < r(N) < r(Na)]$  ,A 项错误;W 的最高价氧化物的水化物为氢氧化钠 ,氢氧化钠是强碱 ,B 项错误;氮气的氧化性比氧气弱 ,即 Y 的单质的氧化性比 Z 的弱 ,C 项错误;H、N、O(X、Y、Z) 三种元素可以组成  $HNO_3$ 、 $HNO_2$  等共价化合物 ,也可以组成  $NH_4NO_3$  等离子化合物 ,D 项正确。

故答案为 D。

点评 此题的解题思路是根据四种短周期元素在周期表中的位置关系、元素在地壳中的含量特点及元素的性质推断出四种元素 ,然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。正确推断出四种元素、掌握同周期元素原子半径的变化规律、强碱与弱碱的判断方法、单质氧化性强弱的判断方法及元素所形成的化合物类型的判断方法是解题的关键。